

MANUFACTURE OF 50KG STEEL MATERIAL FOR STRESS RELIEVING ANNEALING**Publication number:** JP59232234 (A)**Publication date:** 1984-12-27**Inventor(s):** IMAI SHIROU; NAKAJIMA KATSUYUKI; KAWASHIMA SAKIKA; KONNO TAKAHARU**Applicant(s):** NIPPON STEEL CORP**Classification:****- International:** C21D8/02; C21D8/00; C21D9/52; C22C38/00; C22C38/14; C21D8/02; C21D8/00; C21D9/52; C22C38/00; C22C38/14; (IPC1-7): C21D8/02; C21D9/52**- European:** C21D8/00**Application number:** JP19830104958 19830614**Priority number(s):** JP19830104958 19830614**Also published as:**

JP63046131 (B)

Abstract of JP 59232234 (A)

PURPOSE: To obtain a steel material which is hardly softened by SR treatment by hot rolling a steel contg. specified amounts of C, Si, Mn and acid-sol Al and having specified relation between the C and Mn contents and by subjecting the resulting steel material to controlled cooling from the Ar3 point or above to a specified temp. at a specified cooling rate. **CONSTITUTION:** The composition of a steel is composed of, by weight, 0.03- 0.3% C, <0.6% Si, 0.2-2% Mn, 0.005-0.1% acid-sol Al and the balance Fe with inevitable impurities, and the C and Mn contents are allowed to satisfy relation represented by the equation. The steel is hot rolled and subjected to controlled cooling from the Ar3 point or above to <500-250 deg.C at 3-30 deg.C/sec cooling rate.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
0
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

⑫ 公開特許公報 (A)

昭59-232234

⑮ Int. Cl.³
C 21 D 9/52
// C 21 D 8/02識別記号
102府内整理番号
7371-4K
7047-4K⑯ 公開 昭和59年(1984)12月27日
発明の数 4
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭ 応力除去焼鈍用50キロ鋼材の製造方法
 ⑮ 特願 昭58-104958
 ⑯ 出願 昭58(1983)6月14日
 ⑰ 発明者 今井嗣郎
 大分市大字西ノ洲1新日本製鉄
 株式会社大分製鉄所内
 ⑰ 発明者 中島勝之
 大分市大字西ノ洲1新日本製鉄
 株式会社大分製鉄所内

⑰ 発明者 川島善樹
 大分市大字西ノ洲1新日本製鉄
 株式会社大分製鉄所内
 ⑰ 発明者 今野敬治
 大分市大字西ノ洲1新日本製鉄
 株式会社大分製鉄所内
 ⑮ 出願人 新日本製鉄株式会社
 東京都千代田区大手町2丁目6
 番3号
 ⑯ 代理人 弁理士 茶野木立夫

明細書

1. 発明の名称

応力除去焼鈍用50キロ鋼材の製造方法

2. 特許請求の範囲

1. C 0.03 ~ 0.30%, Si 0.6% 以下、 Mn 0.2 ~ 2.0%, S 0.1, Al 0.005 ~ 0.10% を基本組成とし、 残部は Fe 及び不可避的不純物からなり、 しかも $C + \frac{Mn}{9.11} \geq 0.26\%$ を満足する鋼を、 熱間圧延終了後 Ar₃ 点以上の温度から、 500°C 未満 250°C 以上の温度まで、 3 ~ 30°C/sec の冷却速度で制御冷却することを特徴とする応力除去焼鈍用50キロ鋼材の製造法。

2. C 0.03 ~ 0.30%, Si 0.6% 以下、 Mn 0.2 ~ 2.0%, S 0.1, Al 0.005 ~ 0.10%, Nb 0.003 ~ 0.10% を基本組成とし、 残部は Fe 及び不可避的不純物からなり、 しかも $C + \frac{Mn}{9.11} \geq 0.20\%$ を満足する鋼を、 熱間圧延終了後 Ar₃ 点以上の温度から、 500°C 未満 250°C 以上の温度まで、 3 ~ 30°C/sec の冷却速

度で制御冷却することを特徴とする応力除去焼鈍用50キロ鋼材の製造法。

3. C 0.03 ~ 0.30%, Si 0.6% 以下、 Mn 0.2 ~ 2.0%, S 0.1, Al 0.005 ~ 0.10%, V 0.02 ~ 0.06% を基本組成とし、 残部は Fe 及び不可避的不純物からなり、 しかも $C + \frac{Mn}{9.11} \geq 0.24\%$ を満足する鋼を、 熱間圧延終了後 Ar₃ 点以上の温度から、 500°C 未満 250°C 以上の温度まで、 3 ~ 30°C/sec の冷却速度で制御冷却することを特徴とする応力除去焼鈍用50キロ鋼材の製造法。

4. C 0.03 ~ 0.30%, Si 0.6% 以下、 Mn 0.2 ~ 2.0%, S 0.1, Al 0.005 ~ 0.10%, Ti 0.005 ~ 0.10% を基本組成とし、 残部は Fe 及び不可避的不純物からなり、 しかも $C + \frac{Mn}{9.11} \geq 0.25\%$ を満足する鋼を、 熱間圧延終了後 Ar₃ 点以上の温度から、 500°C 未満 250°C 以上の温度まで、 3 ~ 30°C/sec の冷却速度で制御冷却することを特徴とする応力除去焼鈍用50キロ鋼材の製造法。

5. Nb, V, Ti の 2 種以上を添加し、かつ

$$C + \frac{Mn}{9.11} \geq 0.17\% \text{とした特許請求の範囲}$$

第 1 項記載の応力除去焼純用 50 キロ鋼材の製造法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、厚板圧延後の制御冷却により溶接性の良好な厚鋼板を製造するにあたり、応力除去焼なまし処理 (SR 処理) に際しての軟化の小さい鋼材の製造方法に関するものである。

近年制御冷却法の進歩は目覚ましく、鉄鋼製造の分野に積極的に採り入れられつつある。そしてその品質は高強度、高韌性、高溶接性の鋼材として優れた成績を示している。

制御冷却法で製造した鋼材は溶接構造物用鋼として広く利用され、特に耐溶接割れ性、耐溶接硬化性が優れているために、海洋構造物用鋼などへの適用が検討されている。しかしこれらの鋼材は、応力除去焼なまし処理 (以下 SR 処理と呼ぶ) を実施することが多いために、SR 処理後の強度を確保することも重大な課題であ

る。

SR 処理後の強度は、母材の炭素当量に大きく影響されることが知られており、制御冷却材は炭素当量を低くして製造することを主目的としているために、SR 処理による強度低下が著しい。又、SR 処理後の強度は、Ceq を同じにしても、合金添加の有無によって大きく左右されることが知られている。一方制御冷却法で製造した鋼材は、鋼板内の水素が抜けにくいために、鋼板 UST 検査時に水素性の UST 欠陥が生じ易いことが知られている。

本発明は上記の点に鑑み、種々検討の結果なされたもので、高強度、高韌性、高溶接性の材質特性を維持しつつかつ SR 処理による軟化の小さい鋼材を得ることを目的としたもので、その特徴とするところは、

1. C 0.03 ~ 0.30%, Si 0.6% 以下、Mn 0.2 ~ 2.0%, Sol. Al 0.005 ~ 0.10% を基本組成とし、残部は Fe 及び不可避的不純物からなり、しかも $C + \frac{Mn}{9.11} \geq 0.26\%$ を

満足する鋼を、熱間圧延終了後 Ar₃ 点以上の温度から、500°C 未満 250°C 以上の温度まで 3 ~ 30°C/sec の冷却速度で制御冷却することを特徴とする SR 特性の優れた連続性 50 キロ鋼の製造法にある。

以下本発明について詳述する。

第 2 図は板厚 30 mm の Nb-Ti 鋼を、600°C で SR 処理した場合の SR 処理前後の引張強さと制御冷却停止温度との関係を示したものである。第 2 図から明らかに、制御冷却 (15°C/sec) のままで SR 処理によって引張強さが大きく低下している。又、SR 処理後の引張強さは、冷却停止温度が 500°C 未満ではほぼ一定であり、冷却停止温度を 500°C 未満とすることにより、SR 処理後の強度を維持することが可能である。第 3 図は制御冷却材の鋼板 UST 欠陥に及ぼす冷却停止温度の影響を示すが、第 3 図から明らかに、加速冷却停止温度を 250°C 以上とすることにより、鋼板 UST 欠陥の発生を防止することが可能で

ある。

以上第 2 図、第 3 図に示したように SR 処理後の引張強さを高めるには、冷却停止温度を 500°C 未満とする必要があり、又鋼板 UST 欠陥の発生を抑えるためには、加速冷却停止温度を 250°C 以上とする必要である。

従つて本発明は加速冷却停止温度を 500°C 未満かつ 250°C 以上としたのである。冷却速度範囲の下限を 3°C/sec としたのは、有効な強度上昇を得るために必要なためである。一方、上限を 30°C/sec としたのは本発明の実験範囲がこの範囲であるためであり、もつと大きくしてもいつこうに差し支えない。

第 4 図は加速冷却停止温度を 500°C 未満、かつ 250°C 以上とした場合の制御冷却材 (30 mm, 15°C/sec) の SR 後の引張強さに及ぼす成分の影響を示す。これは加速冷却停止温度を 250°C 以上 500°C 未満の制御冷却材について種々検討した結果、SR 後の引張強さが C

$(C + \frac{Mn}{9.11})$ と強い相関を示すことを発見し、種々の成分系の鋼の S R 後の引張強さと $(C + \frac{Mn}{9.11})$ の関係を示したものである。各成分系とも $(C + \frac{Mn}{9.11})$ と強い相関があり、 S R 处理後に 50 kg/mm² 以上の引張強さを確保するには、 $(C + \frac{Mn}{9.11})$ を Si - Mn 鋼で 0.26% 以上、 Ti 添加鋼で 0.25% 、 V 添加鋼で 0.24% 以上とすることが必要なことがわかる。さらに Nb 添加鋼では、非常に大きな効果を示し、 $(C + \frac{Mn}{9.11})$ で 0.20% 以上あれば 50 kg/mm² 以上の S R 处理後の引張強さを確保することが可能である。

Nb, V, Ti の 2 種以上を複合添加する場合は、それを単独添加した時の効果の和として現われる。又さらに、 Cr, Mo, W などを添加すればより高い S R 強度を期待出来る。

第 5 図は $(C + \frac{Mn}{9.11})$ を 0.27% と一定とした場合の S R 处理後の引張強さについて、 Si - Mn 鋼からの強度上昇と Ti, V, Nb などの析出元素添加量との関係を示す。 Ti, V 添加に比べ Nb 添加による S R 後の引張強さの上昇

が著しいことがわかる。

以上第 4 図、第 5 図に示したように、本発明は熱間圧延後 Ar₃ 点以上の温度から 500°C 未満 250°C 以上の温度まで、 3 ~ 30°C/sec の冷却速度で加速制御冷却することを前提とし Nb 鋼で C 0.03 ~ 0.30% 、 Si 0.6% 以下、 Mn 0.2 ~ 2.0% 、 Sol. Al 0.005 ~ 0.10% 、 Nb 0.003 ~ 0.10% を基本成分とし、残部は Fe 及び不可避的不純物からなり、かつ $C + \frac{Mn}{9.11} \geq 0.20\%$ を満足する成分とし、 Ti 鋼で C 0.03 ~ 0.30% 、 Si 0.6% 以下、 Mn 0.2 ~ 2.0% 、 Sol. Al 0.005 ~ 0.10% 、 Ti 0.005 ~ 0.10% を基本成分とし、残部は Fe 及び不可避的不純物からなり、かつ $C + \frac{Mn}{9.11} \geq 0.25\%$ を満足する成分とし、 V 鋼で C 0.03 ~ 0.30% 、 Si 0.6% 以下、 Mn 0.2 ~ 2.0% 、 Sol. Al 0.005 ~ 0.10% 、 V 0.02 ~ 0.06% を基本成分とし、残部は Fe 及び不可避的不純物からなり、かつ $C + \frac{Mn}{9.11} \geq 0.24\%$ を満足する成分とし、 Si - Mn 鋼で C 0.03 ~ 0.30% 、 Si 0.6% 以下、

Mn 0.2 ~ 2.0% 、 Sol. Al 0.005 ~ 0.10% を基本成分とし、残部は Fe 及び不可避的不純物からなり、かつ $C + \frac{Mn}{9.11} \geq 0.26\%$ を満足する成分とし、 Nb, V, Ti の 2 種以上を複合添加し、 C 0.03 ~ 0.30% 、 Si 0.6% 以下、 Mn 0.2 ~ 2.0% 、 Sol. Al 0.005 ~ 0.10% を基本成分とし、かつ $C + \frac{Mn}{9.11} \geq 0.17\%$ を満足する成分とした。第 1 図に C (%) と Mn (%) の関係を図示し、本発明の範囲を明確にした。

本発明で既述した他の各成分を限定する理由を表 1 に示す。

表 1

元素	%	限 定 理 由
C	≥ 0.03	強度確保
	≤ 0.30	溶接性
Si	≤ 0.6	溶接性
	≥ 0.2	強度確保
Mn	≤ 2.0	溶渉性
	≥ 0.2	強度確保
Sol Al	≥ 0.005	脱酸剤
	≤ 0.10	経済性
Nb	≥ 0.003	S R 後の強度確保
	≤ 0.10	溶接性
V	≥ 0.02	S R 後の強度確保
	≤ 0.06	溶接性
Ti	≥ 0.005	S R 後の強度確保
	≤ 0.10	経済性
複合添加	≥ 0.003	S R 後の強度確保
	≤ 0.10	溶接性
Nb	≥ 0.02	S R 後の強度確保
	≤ 0.06	溶接性
V	≥ 0.005	S R 後の強度確保
	≤ 0.10	経済性
Ti	≥ 0.005	S R 後の強度確保
	≤ 0.10	経済性

実施例

表2-1, 2-2に実施例を示す。発明例は
No. 3, 5, 6, 8, 12, 13, 16, 18, 21, 23,
25, 27, 29, 30, 33, 34, 36であり、50 kg/mm²
以上のSR後の強度を確保し、かつ鋼板UST
の結果も良好である。比較例は、No. 1, 2, 4,
7, 9, 10, 11, 14, 15, 17, 19, 20, 22, 24,
26, 28, 31, 32, 35, 37, 38である。

No. 1, 2, 4, 10, 11, 15, 17, 19, 22, 24,
26, 32, 35, 37はSR後の引張強さが50 kg/mm²
以下である。このうちNo. 1, 2, 10, 17, 22,
35は($C + \frac{Mn}{9.11}$)が本発明の範囲を満足してい
ないためである。又、No. 4, 11, 26, 32は制御
冷却を行っていないためであり、No. 15, 19, 24,
37は制御冷却停止温度が500°C未満となつて
いないためである。

一方、No. 2, 7, 9, 14, 20, 28, 31, 35,
38は鋼板USTの結果が不良であるが、これは
制御冷却停止温度が250°Cよりも低いためで
ある。

表2-1

◎：本発明例

No.	$C + \frac{Mn}{9.11}$ (%)	Ti (%)	V (%)	Nb (%)	冷速 (°C/sec)	冷却停止 温度(°C)	SR後TS (kg/mm ²)	鋼板UST の合否	総合判定	総合判定でX となつた理由
1	0.230	—	—	—	15	400	45.7	○	×	強度
2	0.254	—	—	—	15	200	48.1	×	×	強度, UST
3	0.260	—	—	—	25	300	50.0	○	◎	
4	0.260	—	—	—	空冷	空冷	48.9	○	×	強度
5	0.276	—	—	—	30	450	51.8	○	◎	
6	0.277	—	—	—	5	400	51.6	○	◎	
7	0.279	—	—	—	15	150	52.2	×	×	UST
8	0.291	—	—	—	5	450	53.7	○	◎	
9	0.302	—	—	—	5	200	54.6	×	×	UST
10	0.246	0.012	—	—	25	350	48.7	○	×	強度
11	0.255	0.015	—	—	空冷	空冷	48.6	○	×	強度
12	0.255	0.015	—	—	15	400	50.5	○	◎	
13	0.265	0.009	—	—	15	450	52.0	○	◎	
14	0.265	0.009	—	—	5	200	51.8	×	×	UST
15	0.265	0.009	—	—	15	600	49.8	○	×	強度
16	0.274	0.017	—	—	5	350	53.0	○	◎	
17	0.236	—	0.051	—	30	300	49.1	○	×	強度
18	0.250	—	0.036	—	25	400	52.4	○	◎	
19	0.250	—	0.036	—	15	600	49.7	○	×	強度
20	0.274	—	0.042	—	5	200	54.9	×	×	UST

◎：本発明例

表 2 - 2

Mn	$C + \frac{Mn}{9.11}$ (%)	Ti (%)	V (%)	Nb (%)	冷速 ($^{\circ}\text{C/sec}$)	冷却停止 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	SR後TS (kg/mm ²)	鋼板UST の合否	総合判定	総合判定で× となつた理由
21	0.283	—	.038	—	5	300	55.8	○	◎	
22	0.193	—	—	.016	15	200	49.2	×	×	UST, 強度
23	0.214	—	—	.005	15	400	51.4	○	◎	
24	0.214	—	—	.005	30	650	48.1	○	×	強度
25	0.223	—	—	.007	5	300	53.9	○	◎	
26	0.223	—	—	.007	空冷	空冷	49.5	○	×	強度
27	0.248	—	—	.010	10	450	55.8	○	◎	
28	0.260	—	—	.025	5	200	58.4	×	×	UST
29	0.274	—	—	.004	15	300	58.9	○	◎	
30	0.195	.013	—	.018	25	400	50.5	○	◎	
31	0.212	.022	—	.015	15	150	52.5	×	×	UST
32	.183	—	.044	.021	空冷	空冷	47.1	○	×	強度
33	.183	—	.044	.021	15	300	50.2	○	◎	
34	.220	—	.035	.006	15	450	55.1	○	◎	
35	.165	.008	.040	.013	25	200	49.4	×	×	強度, UST
36	.178	.013	.049	.020	15	350	51.0	○	◎	
37	.178	.013	.049	.020	25	600	48.6	○	×	強度
38	.195	.020	.032	.005	5	200	53.2	×	×	UST

以上詳述した如く、本発明は溶接性の良好な厚鋼板を製造するにあたり ($C + \frac{Mn}{9.11}$) がある臨界値以上を満足する鋼を熱間圧延終了後、 Ar_3 点以上の温度から 500°C 未満 250°C 以上の温度まで 3 ~ 30°C/sec の冷却速度で制御冷却することを特徴とし、SR処理後の引張強さを高めることを可能とし、産業界における SR 処理による軟化が小さく、かつ溶接性の優れた鋼材の供給を可能とするものである。

4. 図面の簡単な説明

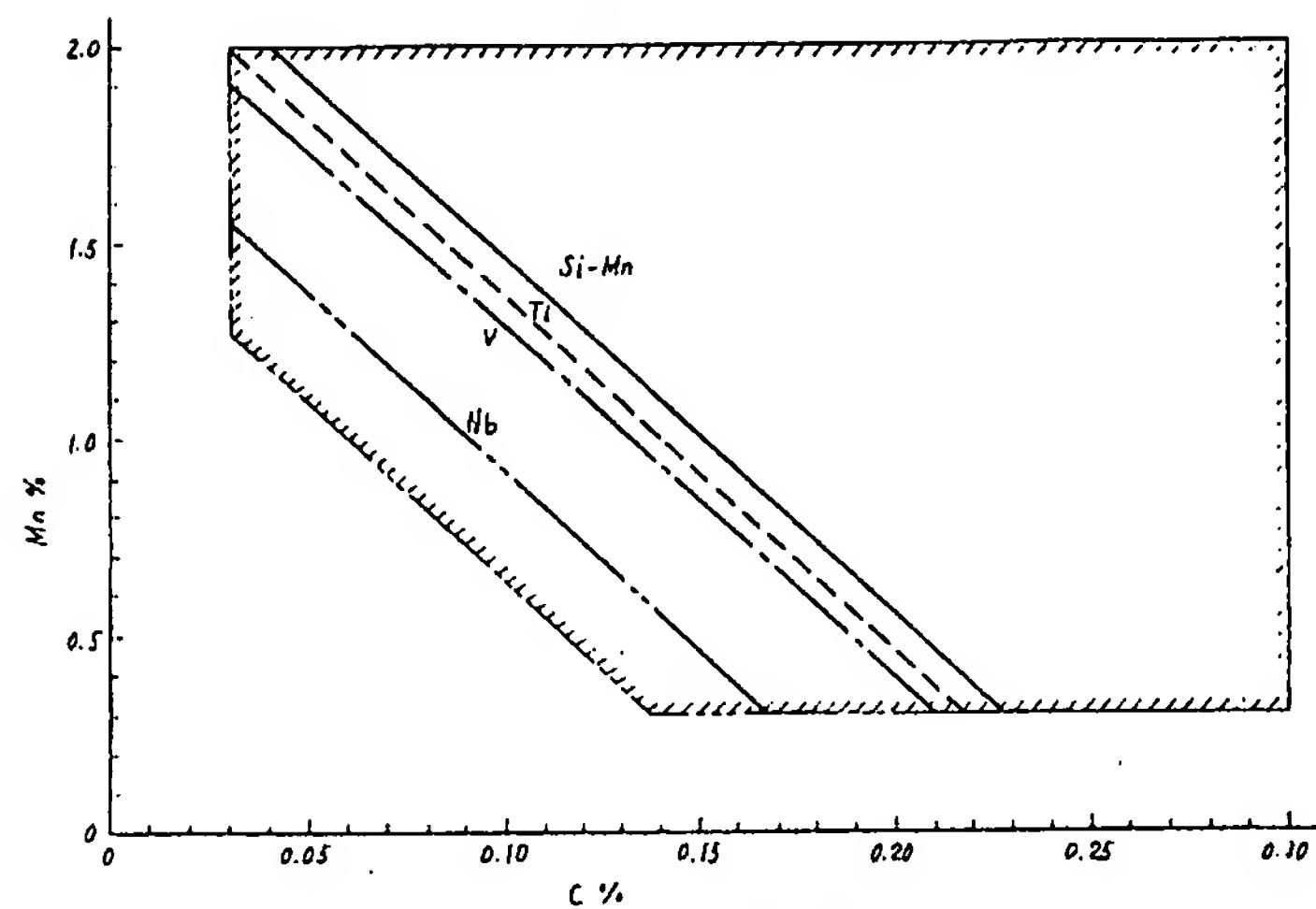
第 1 図は本発明の C と Mn の図表、第 2 図は母材 SR 強度に及ぼす冷却条件の影響の図表、第 3 図は鋼板 UST 欠陥に及ぼす冷却停止温度の影響の図表、第 4 図は SR 後 TS に及ぼす成分の影響の図表、第 5 図は Si - Mn 鋼からの SR 強度上昇度に及ぼす析出元素添加量の影響の図表である。

代理人 弁理士 茶野木立夫

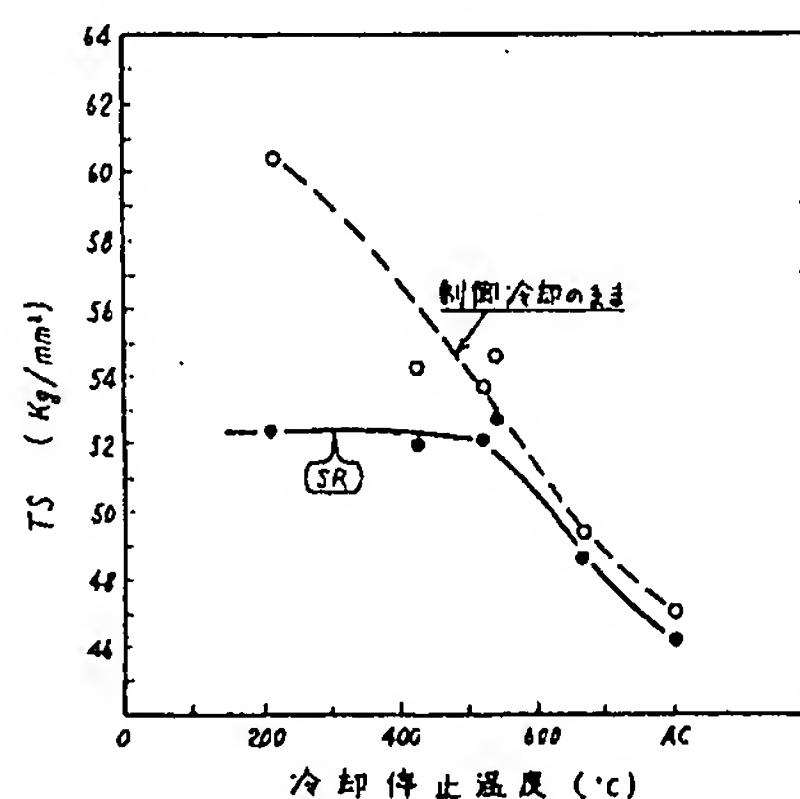


第 1 図

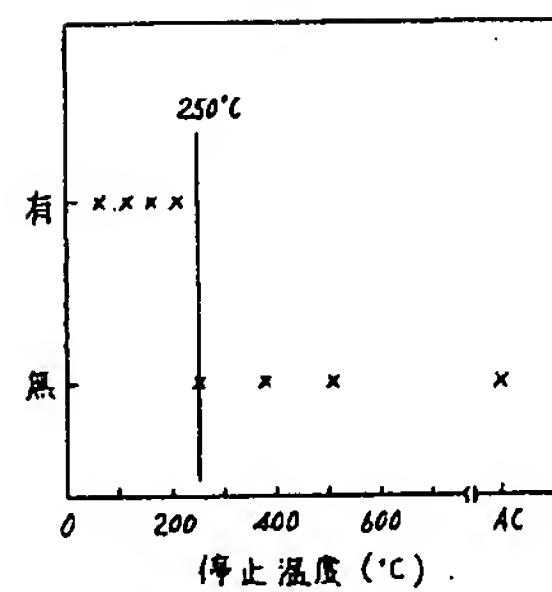
特開昭59-232234(6)



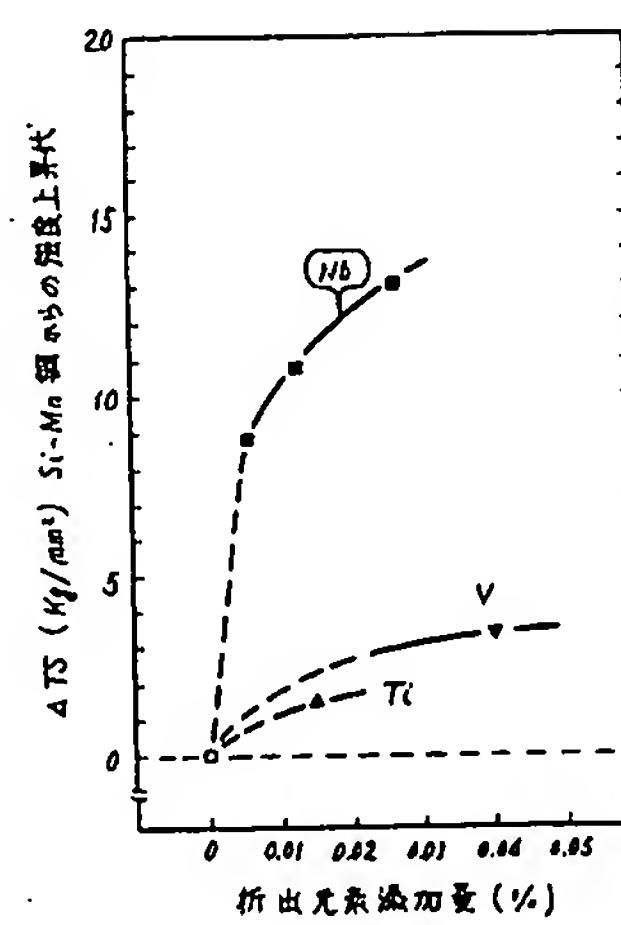
第 2 図



第 3 図



第 5 図



第 4 図

